

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/330556088>

PEMBELAJARAN BERBASIS KIMIA DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI SEBAGAI PENYEIMBANG DAMPAK REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DAILY LIFE- CHEMISTRY BASED LEARNING TO BALANCE THE IMPACT OF INDUSTRY RE....

Presentation · January 2019

DOI: 10.13140/RG.2.2.33794.43201

CITATIONS

0

READS

871

2 authors:



Familia Novita Simanjuntak
Universitas Kristen Indonesia

14 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Oktavianus Pandu

3 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



education [View project](#)



Students' Science Generic Skills [View project](#)

PEMBELAJARAN BERBASIS KIMIA DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI SEBAGAI PENYEIMBANG DAMPAK REVOLUSI INDUSTRI 4.0

DAILY LIFE-CHEMISTRY BASED LEARNING TO BALANCE THE IMPACT OF INDUSTRY REVOLUTION 4.0

Familia Novita Simanjuntak^{1*}, Oktavianus Pandu Adi Utama²

^{1*}Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Indonesia, Jl. Mayjend Sutoyo No. 2, Jakarta 13630, Indonesia, email: familia.simanjuntak@uki.ac.id

²Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Indonesia, Jl. Mayjend Sutoyo No. 2, Jakarta 13630, Indonesia, email: pandu.oktavianus@gmail.com

Abstrak

Zaman revolusi industri 4.0 identik dengan produk-produk otomatis berbasis elektronik dan teknologi informasi (TI) yang dapat memberi hasil relatif cepat dalam waktu singkat. Kondisi tersebut berbanding terbalik dengan kondisi pendidikan yang mengutamakan proses dalam kurun waktu yang lebih panjang sesuai dengan kapasitas peserta didik. Dengan demikian, revolusi industri 4.0 memberi tantangan sekaligus peluang bagi dunia pendidikan dalam perwujudan capaian lulusan yang dapat mengimbangi dampak revolusi industri 4.0 sekaligus bermanfaat di semua dimensi kehidupan. Makalah ini bertujuan untuk mengkaji secara kritis melalui literatur terkait pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari sebagai salah satu pendekatan pembelajaran IPA di pendidikan dasar atau pembelajaran kimia di pendidikan menengah dan tinggi. Kajian kritis ini membahas tentang pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari sebagai pembelajaran sains di sekolah dan perguruan tinggi untuk mengimbangi dampak revolusi industri 4.0 pada proses pembelajaran sains mencakup pemanfaatan produk otomatis yang berpengaruh positif terhadap kebutuhan peserta didik dan tenaga pendidik. Pembahasan juga dilanjutkan pada pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari sebagai penyeimbang dampak revolusi industri 4.0 pada pembentukan soft skill peserta didik yang dapat diarahkan pada sikap dan perilaku ramah lingkungan dalam rangka perwujudan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) di Indonesia, khususnya pada sasaran pendidikan yang berkualitas.

Kata kunci: revolusi industri 4.0; pembelajaran sains; *SDGs*; *soft skill*

Abstract

The era of industry revolution 4.0 is identical with electronic and IT based automated-products which can provide instant result (relatively fast in short time). The condition is inversely proportional to the condition of education that mainstreams on process of longer period in accordance with the capacity of students. Thus, industry revolution 4.0 gives a challenge and opportunity for education to gain its graduate achievements who can balance the impact of industry revolution 4.0 and worthwhile for life in all dimensions as well. This paper aims to critically study through relevant literature on daily life-chemistry learning as one of learning approaches for science teaching in primary education or chemistry teaching in secondary and higher education. This critical study discusses about the daily life-chemistry learning as science teaching in school and college to harmonize the impacts of industry revolution 4.0 on learning process which benefit to the needs of learners and educators. The discussion is also about the daily life-chemistry learning that balance the impacts of industry revolution 4.0 by developing the soft skills on learners which can be directed to the environmentally-attitudes and pro-environment behaviors

within the framework of supporting sustainable development goals (SDGs) in Indonesia, especially on the goals of quality education.

Keywords: industry revolution 4.0; science learning; SDGs; soft skill

PENDAHULUAN

Zaman revolusi industri 4.0. diakui oleh dunia pada saat media televisi CNBC, 25 Oktober 2017, memperkenalkan Sophia, manusia robot dengan kecerdasan buatan yang mendapat kewarganegaraan Arab Saudi pada tanggal 17 Oktober 2017. Sophia dapat melakukan interaksi dalam komunikasi seperti manusia tentang topik yang terbatas sesuai dengan program tertentu. Bahkan, Sophia dapat memberikan ekspresi mimik emosional mirip manusia.

Fenomena tersebut memberi bayangan baru tentang dunia di masa depan bahwa manusia juga akan hidup berdampingan dengan manusia robot yang mempunyai kecerdasan buatan yang dapat melampaui kecerdasan manusia normal. Artinya bahwa sumber daya manusia di masa depan juga harus disejajarkan dengan produk-produk kecerdasan buatan (Carozza, 2019).

Produk kecerdasan buatan, mesin otomatis, dan produk lainnya berbasis teknologi informasi dapat mengurangi biaya sekaligus mempersingkat waktu produksi (Stroiteleva *et.al.*, 2019; Bogoviz, 2019) sehingga lapangan pekerjaan pun menjadi semakin terbatas baik di industri produk maupun jasa. Dengan demikian, banyak negara di dunia, terutama negara berpenduduk besar, akan menghadapi permasalahan yang sama yaitu tingkat pengangguran yang tinggi (Popkova *et.al.*, 2019). Pada tahun 2018, tingkat pengangguran tertinggi di dunia terjadi di Negara Kongo yaitu mencapai 46,10%, dan tingkat pengangguran di Indonesia mencapai 5,34% (diakses pada tanggal 14 Januari 2019 pukul 22.00 WIB dari <https://id.tradingeconomics.com/countrylist/unemployment-rate>).

Namun, di sisi lain, revolusi industri 4.0 juga menjalin semua produk mesin sebagai komunitas yang berkolaborasi sehingga terjadi inovasi pelayanan dan analisis pintar yang dapat memprediksi data besar menuju transparansi dan produktifitas (Lee *et.al.*, 2014; Drath & Horch, 2014). Dalam pembelajaran, produk revolusi industri 4.0 membantu proses belajar antara lain media tiga dimensi yang membangun keterampilan geometri ruang pada siswa (Amir *et.al.*, 2018) dan metode *augmented reality* yang memberi pengalaman belajar audio visual untuk meningkatkan hasil belajar siswa (Akçayır & Akçayır, 2017). Oleh karena itu, revolusi industri 4.0 memberi tantangan sekaligus peluang bagi dunia pendidikan dalam perwujudan capaian lulusan yang dapat mengimbangi dampaknya menuju sumber daya manusia yang kompetitif, inovatif dan adaptif serta bermanfaat bagi

semua dimensi kehidupan, terutama dalam kehidupan sehari-hari.

Kehidupan sehari-hari bermakna rutinitas yaitu terjadi pengulangan pekerjaan sehingga membentuk sebuah budaya (pembiasaan) dan pengalaman dalam ingatan kemudian menjadi satu kesatuan membangun eksistensi seorang manusia normal (Newman & Nezlek, 2016; Jian-Bin *et.al.*, 2019). Singh (2015) menyatakan bahwa rutinitas dan pembiasaan dalam kehidupan sehari-hari sarat dengan bahan kimia, baik bahan kimia alami maupun bahan kimia buatan (sintetis).

Pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari untuk pendidikan sains baik untuk sekolah dan perguruan tinggi menghubungkan kebutuhan saat ini dan masa yang akan datang baik untuk peserta didik dan tenaga pendidik (Childs *et.al.*, 2015) bahkan melalui penerapan metode belajar berbasis proyek dapat meningkatkan kinerja psikomotorik peserta didik (Sumarni *et.al.*, 2016). Selain itu, Sjöström *et.al.* (2015) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari mewujudkan aksi dan perilaku ramah lingkungan menuju komunitas yang berkelanjutan.

Makalah ini bertujuan untuk mengkaji secara kritis melalui literatur terkait pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari sebagai salah satu pendekatan pembelajaran IPA di pendidikan dasar atau pembelajaran kimia di pendidikan menengah dan tinggi. Kajian kritis dilakukan untuk menjawab dua pertanyaan yang menjadi kerangka berpikir yaitu apa sajakah yang dapat dilakukan oleh pendidikan untuk menyeimbangkan dampak revolusi industri 4.0 dan bagaimana capaian lulusannya.

METODE PENULISAN

Metode penulisan makalah melalui dua tahap yaitu tahap pemilihan literatur yang relevan, dan tahap kajian secara kritis terhadap temuan yang diperoleh dari literatur. Pemilihan literatur yang relevan untuk menjawab pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana pembelajaran sains berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari dapat mengimbangi dampak revolusi industri 4.0?
2. Bagaimana capaian pembelajaran sains berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari yang dapat mengimbangi dampak revolusi industri 4.0?

Pendekatan yang digunakan untuk mengkaji secara kritis terkait kehidupan sehari-hari yaitu hirarki kebutuhan manusia menurut Maslow (Kaur, 2013).

Hirarki kebutuhan Maslow terdiri atas lima tingkatan mencakup kebutuhan fisiologis, kebutuhan akan rasa aman, kebutuhan akan rasa memiliki dan kasih sayang (kebutuhan sosial), kebutuhan akan penghargaan pada diri sendiri, dan kebutuhan akan aktualisasi diri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Revolusi industri 4.0 memberi dampak positif bagi kehidupan sehari-hari, mulai dari kebutuhan fisiologis akan makanan (Otles & Sakalli, 2019) sampai dengan beragam jenis produk otomatis dan digital untuk aktualisasi diri (Elliott, 2019). Namun, di sisi lain, revolusi industri juga memberi dampak negatif terutama pada efisiensi tenaga kerja di industri manufaktur (Kelly, 2019) yang secara lebih lanjut menyebabkan pengangguran meningkat (Popkova *et.al.*, 2019).

Pembelajaran sains berbasis kehidupan sehari-hari dapat membantu siswa dan guru membangun relasi dalam proses pembelajaran untuk mengkaitkan materi pembelajaran secara teoritis dengan penerapan kajian dalam kehidupan sehari-hari (Ormanci & Cepni, 2018). Liu *et.al* (2015) menyatakan bahwa proses membangun relasi antara siswa dan guru dalam pembelajaran berbasis kehidupan sehari-hari dapat ditingkatkan dengan pemanfaatan revolusi industri 4.0 melalui adopsi teknologi multi sensor menjadi sebuah pembelajaran yang penuh perhatian.

Kajian makalah ini menggunakan pendekatan hirarki kebutuhan Maslow (McLeod, 2007) sebagai upaya untuk mengimbangi dampak revolusi industri 4.0 melalui pendidikan sains berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari. Kajian dilakukan atas dasar kajian Elliott (2019) bahwa revolusi industri 4.0 dapat membangun budaya baru dalam kehidupan sehari-hari yaitu manusia berinteraksi dengan produk otomatis dan robotik.

Pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari terkait kebutuhan fisiologis

Kebutuhan fisiologis ada pada tingkatan paling bawah dari hirarki yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan manusia sehingga ditentukan oleh usia (McLeod, 2007). Kebutuhan fisiologis mencakup kebutuhan biologis yaitu udara bersih dan sehat, air minum yang layak, makanan, tempat berlindung dan menghangatkan diri, seks, tidur dan seterusnya.

Pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari yang memanfaatkan revolusi industri 4.0 dapat memenuhi kebutuhan fisiologis terhadap udara yang bersih dan sehat (Moktadir *et.al.*, 2018), air minum yang layak (Otles & Sakalli, 2018), dan ketahanan pangan (Zambon *et.al.*, 2019). Selanjutnya, pemenuhan kebutuhan fisiologis (termasuk biologis) secara berkualitas dapat dicapai melalui pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari yang memanfaatkan revolusi industri 4.0 untuk melindungi lingkungan hidup (Lobova *et.al.*, 2018; Cichosz & Pluta-Zaremba, 2019; Liang *et.al.*, 2019).

Pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari terkait kebutuhan akan rasa aman

Kebutuhan akan rasa aman yaitu mencakup perlindungan dari aparat, keamanan, ketertiban, hukum, batasan, stabilitas, kebebasan dari ketakutan. Rasa aman terjadi dalam keadaan yang stabil salah satunya dapat dicapai melalui pertumbuhan ekonomi dalam pembangunan berkelanjutan yang diwujudkan oleh restrukturisasi pendidikan kimia SMA dengan melakukan improvisasi secara terintegrasi praktik kimia menggunakan bahan-bahan lokal yang tersedia dan menyusun proses kimia dalam rangka pemenuhan kebutuhan masyarakat (tidak sekedar praktik titrasi dan analisis kation/anion) (Ayodele, 2018).

Pembelajaran kimia berbasis jejaring sensor bergerak untuk mendeteksi dan mengestimasi sumber radioaktif dapat memenuhi kebutuhan akan rasa aman dengan cara melindungi negara dari bahaya radioaktif (Zhao & Sullivan, 2018). Kajian Kamat (2019) menyatakan bahwa pembelajaran biokimia berbasis nano-teknologi juga dapat memfasilitasi kebutuhan akan rasa aman dari penyakit. Pembelajaran tersebut dalam rangka identifikasi penanda biologis terhadap penyakit, khususnya yang disebabkan oleh kadar bahan kimia berlebih pada air, tanah dan udara yang kontak langsung dengan kegiatan dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari terkait kebutuhan akan rasa memiliki dan kasih sayang (kebutuhan sosial)

Kebutuhan sosial meliputi rasa memiliki, kasih sayang dan cinta, yang dapat diperoleh dari kelompok kerja, keluarga, teman, hubungan romantik. Manusia membutuhkan relasi sosial yang mapan supaya dapat bertahan hidup dalam tantangan revolusi industri 4.0 (Kelly, 2019).

Percobaan kimia berbasis kehidupan sehari-hari dapat meningkatkan kesiapan belajar mandiri dan mengubah pola pikir tentang keadaan informasi kimia secara teoritis yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari (Alkan & Altundag, 2018). Kesiapan belajar mandiri tersebut mendorong setiap siswa membentuk kelompok belajar dalam rangka internalisasi proses belajar kimia secara permanen sehingga pada akhir proses pembelajaran dapat memberi manfaat sosial.

Kebutuhan sosial dalam pembelajaran kimia dapat tercapai melalui pendekatan bioteknologi untuk membangun usaha produk kimia ramah lingkungan (Lopez *et.al.*, 2019) berbasis sosial ekonomi. Selain itu, pembelajaran kimia organik berbasis sosial media menggunakan perangkat web 2.0 juga berdampak pada peningkatan prestasi belajar. Hasil penelitian Romero *et.al.* (2019) menyatakan bahwa pemanfaatan perangkat web 2.0 dalam proses belajar-mengajar dalam kelompok kimia organik meningkatkan hasil belajar siswa melalui pembentukan persepsi positif terhadap materi pembelajaran untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari terkait kebutuhan akan penghargaan pada diri sendiri

Kebutuhan akan penghargaan pada diri sendiri mencakup prestasi, penguasaan, kemandirian, status, dominasi, prestise, harga diri, dan rasa hormat dari orang lain. Kebutuhan akan rasa hormat dari orang lain terfasilitasi dalam pembelajaran kimia yang berpusat pada siswa sesuai dengan kebutuhan belajar masing-masing siswa sehingga dapat membentuk karakter konservasi pada siswa melalui pendekatan saintifik (Machin, 2014).

Kemandirian dan harga diri dapat terbentuk melalui pembelajaran kimia berbasis kearifan lokal menggunakan *virtual lab* (Darby-White *et.al.*, 2019) yang merekonstruksi sains asli untuk memperdalam konsep sains dan menumbuhkan karakter konservasi pada siswa (Khusniati, 2014). Lebih lanjut, pemikiran kimia dapat memperbaiki kondisi manusia dengan tujuan utama yaitu kualitas lingkungan hidup melalui konsep humanis dan refleksi kritis kepada kimia dalam bentuk otonomi pembentukan diri beserta aksi reflektif dan bertanggung jawab dalam masyarakat (Sjöström & Talanquer, 2018).

Pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari terkait kebutuhan akan aktualisasi diri

Kebutuhan akan aktualisasi diri mencakup pemenuhan diri, kesempatan untuk mewujudkan potensi dan pertumbuhan diri, dan pencerahan sebagai pengalaman tertinggi manusia. Pengetahuan kimia yang kuat dapat mendukung perwujudan potensi dan pertumbuhan diri siswa dalam penyelesaian banyak masalah yang terjadi saat ini. Pengetahuan tersebut dapat terjadi melalui pendekatan instruksional dalam rangka mengembangkan pemikiran kimia yang eko-reflektif dan aksi pada siswa untuk menjelajah sistem yang kompleks dan fenomena yang relevan bagi mereka dan komunitas mereka (Schummer, 2018).

Pencerahan sebagai pengalaman tertinggi dapat terjadi melalui pembelajaran kontekstual pada sikap kimia dalam kehidupan sehari-hari (Altundag & Alkan, 2018). Pembelajaran kimia kontekstual dapat meningkatkan sikap positif dan perubahan pola pikir pada calon guru-kimia di Fakultas Pendidikan, Universitas Hacettepe Turki. Sikap positif tersebut berkaitan dengan manfaat kimia dalam kehidupan sehari-hari. Perubahan pola pikir para calon guru kimia mendorong siswa untuk melakukan praktik kimia yang relevan dalam kehidupan sehari-hari sebagai transformasi pengalaman hidup secara ilmiah.

PENUTUP

Pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari melalui pendekatan teori hirarki kebutuhan Maslow dapat mengimbangi dampak revolusi industri 4.0. Namun, perwujudannya tidak cepat atau *instant* karena terintegrasi dalam proses pembelajaran yang terbentuk oleh relasi belajar-mengajar siswa dan guru di sekolah lalu diterapkan siswa dalam kehidupannya sehari-hari.

Pemanfaatan revolusi industri 4.0 membutuhkan peran guru yang dapat memfasilitasi kebutuhan siswa sebagai mitra belajar untuk mewujudkan capaian pembelajaran secara optimum. Peran tersebut harus mampu beradaptasi dengan perkembangan jaman.

Simpulan

Pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari yang memanfaatkan revolusi industri 4.0 membangun beragam *soft skills* baik pada siswa dan guru. *Soft skills* yang terwujud pada siswa mencakup kemampuan menerapkan pengetahuan tentang kimia secara eko-reflektif sehingga meningkatkan prestasi belajar sekaligus membentuk karakter konservasi lingkungan dalam pemenuhan kebutuhan sesuai teori hirarki Maslow. Selain itu, *soft skills* siswa juga meliputi kemampuan menyelesaikan masalah yang ada di masyarakat menuju sumber daya manusia yang adaptif, inovatif dan berdaya guna.

Soft skills yang tercapai pada guru mencakup kemampuan membangun proses pembelajaran secara kolaborasi baik antar siswa dan juga antara guru dan siswa. *Soft skills* pada guru juga meliputi kemampuan mengintegrasikan dan menginternalisasikan materi pembelajaran ke dalam kehidupan sehari-hari untuk membangun pengalaman belajar yang berkelanjutan.

Pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari sebagai penyeimbang dampak revolusi industri 4.0 menuntut guru sebagai tenaga pendidik untuk memiliki kompetensi terkait teknologi terapan agar dapat memanfaatkannya secara tepat guna dalam proses pembelajaran dan mampu mengarahkan siswa menggunakan produk revolusi industri 4.0 sebagai media pembelajaran atau perangkat pembantu dalam pembelajaran yang terintegrasi dengan pengalaman kehidupan sehari-hari. Capaian pembelajaran yang diharapkan dari pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari yaitu komunitas belajar (siswa bersama guru) dalam rangka membangun pendidikan berkualitas menghasilkan sumber daya manusia yang berpikir secara global namun aksinya tetap bersifat lokal (*think globally, act locally*) sesuai dengan hirarki kebutuhan manusia dan sumber daya alam Indonesia.

Saran

Kajian terhadap pembelajaran berbasis kimia dalam kehidupan sehari-hari bersifat multidisiplin dan interdisiplin, sehingga membutuhkan sinergi kajian dari semua pihak terkait, khususnya para akademisi di bidang pendidikan humaniora dan pendidikan sains. Kajian tersebut dapat membangun jejaring dinamis yang diarahkan untuk mendorong perwujudan tujuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Indonesia, yang telah membantu pendanaan untuk pelaksanaan kajian ini dan kepada semua pihak yang telah berkenan menjalin kerjasama yang baik dalam proses diskusi

yang intensif, sehingga kajian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akçayir, Murat, & Akçayir, Gökçe. 2017. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20: 1-11.
- Alkan, Fatma, & Altundag, Canan K. 2018. The effect of hands-on chemistry experiments on self-directed learning readiness. *Proceedings of ICES 2018 – 1st International Congress on New Horizons in Education and Social Sciences*, 88-94.
- Altundag, Canan K., & Alkan, Fatma. 2018. The effect of context-based learning on the attitude towards the daily life chemistry. *Proceedings of ICES 2018 – 1st International Congress on New Horizons in Education and Social Sciences*, 38-44.
- Amir, Mohammad F., Fedyanto, Niko, Chotimah, Chusnul, & Rudiyanto, H. E. 2018. Developing 3D metric media prototype through a hypothetical learning trajectory to train students spatial skill. *Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems*, 10:02, 1537-1543.
- Ayodele, Olufunmilayo D. 2018. Re-structuring secondary school chemistry education for sustainable development in Nigerian developing economy. *African Journal of Chemical Education*, 8:2, 93-111.
- Bogoviz, Aleksei V. 2019. Industry 4.0 as a New Vector of Growth and Development of Knowledge Economy. *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century*. Springer, Cham. p. 85-91.
- Carrozza, Maria Chiara. 2019. *The Robot and Us: An 'Antidisciplinary' Perspective on the Scientific and Social Impacts of Robotics*. Springer Nature, Switzerland.
- Childs, Peter E., Hayes, Sarah M., & O'dwyer, Anne. 2015. Chemistry and Everyday in Life: Relating Secondary School Chemistry to the Current and Future Lives of Students. *Eilks I., Hofstein A. (eds) Relevant Chemistry Education*. Sense Publishers, Rotterdam.
- Cichosz, Marzena, & Pluta-Zaremba, Aneta. How to improve freight transport emissions' management? *LogForum*, 15:1, 93-105.
- Darby-White, Tillerie, Wicker, Scott, & Diack, Moustapha. 2019. Evaluating the effectiveness of virtual chemistry laboratory (VCL) in enhancing conceptual understanding: Using VCL as pre-laboratory assignment. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 38:1, 31-48.
- Drath, Rainer, & Horch, Alexander. 2014. Industrie 4.0: Hit or hype?. *IEEE industrial electronics magazine*, 8:2: 56-58.
- Elliott, Anthony. 2019. *The Culture of AI: Everyday Life and the Digital Revolution*. Routledge.
- Khusniati, Miranita. 2014. Model pembelajaran sains berbasis kearifan lokal dalam menumbuhkan karakter konservasi. *Indonesian Journal of Conservation*, 3:1, 67-74.
- Lee, Jay, Kao, Hung-An, & Yang, Shanhu. 2014. Service innovation and smart analytics for industry 4.0 & big data environment. *Procedia Cirp*, 16, 3-8.
- Lobova, Svetlana V., Bykovskaya, Natalia V., Vlasova, Irina M., & Sidorenko, Olga V. 2019. Successful Experience of Formation of Industry 4.0 in Various Countries. In: *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century*. Springer, Cham. p. 121-129.
- Jian-Bin, Li, Salcuni, Silvia, & Delvecchio, Elisa. 2019. Meaning in life, self-control and psychological distress among adolescents: A cross-national study. *Psychiatry research*, 272, 122-129.
- Kamat, Siddhesh S. 2019. Much More than Moore—a journey from VLSI to disease biomarkers. *CURRENT SCIENCE*, 116:1, 16-18.
- Kaur, Avneet. 2013. Maslow's need hierarchy theory: Applications and criticisms. *Global Journal of Management and Business Studies*, 3:10, 1061-1064.
- Kelly, R. 2019. *Making Connections: Constructing Leadership 4.0*. Palgrave Macmillan, Cham. p. 23-49.
- Liang, Xiaoxue, Huang, Tao, Lin Siying, Wang, Jinxiang, Mo, Jingyue, Gao, Hong, Wang, Zhanxiang, Li, Jixing, Lian, Lulu, & Ma, Jianmin. 2019. Chemical composition and source apportionment of PM1 and PM2.5 in a national coal chemical industrial base of the Golden Energy Triangle, Northwest China. *Science of The Total Environment*, 659, 188-199.
- Liu, M. C., Lai, C.H., Su, Y. N., Huang, S. H., & Chien, Y.C. 2015. Learning with Great Care: The Adoption of the Multi-sensor Technology in Education. *Sensing Technology: Current Status and Future Trends III*. Springer, Cham. p. 223-242.
- Machin, Achmad. 2014. Implementasi pendekatan saintifik, penanaman karakter dan konservasi pada pembelajaran materi pertumbuhan. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia Volume*, 3:1, 28-35.
- McLeod, Saul. 2007. Maslow's hierarchy of needs. *Simply Psychology*, 1, 1-8.
- Moktadir, Md Abdul, Ali, Syed, M., Kusi-Sarpong, Simonov, & Shaikh, Md Aftab, A. 2018. Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety

- and environmental protection. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 730-741.
- Newman, David B. & Nezlek, John B. 2019. Private self-consciousness in daily life: Relationships between rumination and reflection and well-being, and meaning in daily life. *Personality and individual differences*, 136, 184-189.
- Ormanci, Ummuhan, & Cepni, Salih. 2018. The thematic review of relating with daily life studies in science education. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 12:2, 350-381.
- Otles, Semih, & Sakalli, Aysegul. 2019. Industry 4.0: The Smart Factory of the Future in Beverage Industry. *Production and Management of Beverages*. Woodhead Publishing. p. 439-469.
- Popkova, Elena G., Ragulina, Yulia V., & Bogoviz, Aleksei V. 2019. Fundamental differences of transition to industry 4.0 from previous industrial revolutions. In: *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century*. Springer, Cham. p. 21-29.
- Romero, Rosaura M., Espinoza, Leonidas O. V., & Hernández, Darinka R. 2019. Organic chemistry basic concepts teaching in students of large groups at Higher Education and Web 2.0 tools. *Actualidades Investigativas en Educación*, 19:1, 1-31.
- Schummer, Joachim. 2018. Why chemists need philosophy, history, and ethics. *Substantia*, 2:1, 5-6.
- Singh, K. 2012. *Chemistry in daily life*. PHI Learning Pvt. Ltd.
- Sjöström, Jesper, Rauch, Franz, & Eilks, Ingo. 2015. Chemistry education for sustainability. *Relevant chemistry education*. SensePublishers, Rotterdam. p. 163-184.
- Sjöström, Jesper, & Talanquer, Vicente. 2018. Eco-reflexive chemical thinking and action. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13, 16-20.
- Stroiteleva, Tamara G., Kalinicheva, Elena Y., Vukovich, Galina G., & Osipov, Vladimir S. 2019. Peculiarities and Problems of Formation of Industry 4.0 in Modern Russia. *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century*. Springer, Cham. p. 145-153.
- Sumarni, W., Wardani, S., Sudarmin, & Gupitasari, D.N. 2016. Project based learning (PBL) to improve psychomotoric skills: a classroom action research. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5:2, 157-163.
- Zambon, Ilaria, Cecchini, Massimo, Egidi, Gianluca, Saporito, Maria G., & Colantoni, Andrea. 2019. Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. *Processes*, 7, 1-16.
- Zhao, Jifu, & Sullivan, Clair J. 2019. Detection and parameter estimation of radioactive sources with mobile sensor networks. *Radiation Physics and Chemistry*, 155: 265-270.